

**ДВНЗ «Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника»
Факультет природничих наук
Кафедра біології та екології**

**Методичний комплекс для проведення
лабораторних та практичних занять із
дисципліни «Біологія індивідуального розвитку»
(для студентів спеціальності 091-Біологія)**

Підготовлений доц. кафедри біології та екології Шпарик В.Ю.

м. Івано-Франківськ – 2017

**Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Інститут природничих наук
Кафедра біології та екології**

БІОЛОГІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Лабораторна робота № 1

СТАТЕВІ КЛІТИНИ

**Івано-Франківськ
2017**

Статеві клітини (гамети) відрізняються від соматичних клітин гаплоїдністю ($1n$), ядерно-плазмовим балансом і функцією. При статевому розмноженні відбувається змішування геномів двох різних особин одного виду, внаслідок чого нащадки відрізняються від батьків і один від одного. Біологічне значення статевого розмноження полягає у створенні генетичного різноманітності, необхідного для еволюції.

Жіноча гамета - *яйцеклітина* чи *яйце*, чоловіча - *сперматозоїд*, або *спермій*. Жіночі та чоловічі гамети можуть бути ідентичні морфологічно, таке явище називається "*ізогамія*". Майже у всіх тварин спостерігається *гетерогамія* - велика відмінність гамет в розмірах, структурі і рухливості. *Яйце* – нерухоме, великих розмірів, складно структуроване ядро з хромосомами і ядерця, цитоплазма містить органели і велике число включень - полісахаридів, ліпідів і жовткових гранул. Оболонки яйця бувають первинними, вторинними, третинними. Первинна і вторинна оболонки на анімальному полюсі пронизані одним або декількома мікропіле (отворами проникнення сперматозоїдів). Функції яйцеклітини - передача генетичної інформації по материнській лінії, формування і вигодовування зародка. *Спермій* – більш дрібна, рухлива клітина, як правило, складається з головки, шийки і джгутика. Функція спермія - рух і передача генетичної інформації по чоловічій лінії, запуск ряду послідовних реакції в яйці.

Жіночі статеві клітини

Критеріями для класифікації яйцеклітин є кількість і розташування жовтка Таб 1.

Таблиця 1.

	За кількістю жовтка	За розподілом жовтка
1.	<i>Алецитальне</i> – без жовтка (плацентарні).	
2.	<i>Оліголецитальне</i> – мало жовтка (ланцетник, асцидія).	<i>Ізолецитальне</i> – жовток розміщений рівномірно.
3.	<i>Мезолецитальне</i> – середня кількість жовтка (круглороті, риби, амфібії).	<i>Телолецитальне</i> – більше на вегетативному, менше на анімальному полюсі.
4.	<i>Полілецитальне</i> – багато жовтка (рептилії, птажи, першозвірі, комахи).	<i>Центролецитальне</i> – жовток розміщений в центрі (у комах).

Класифікація оболонок яйцеклітини

Первинна оболонка яйцеклітини формується ооцитом і присутня у всіх видів. Вона називається *Zona radiata*. Вторинна, студениста оболонка продукується фоллікулярними клітинами на поверхні яйця, служить для прикріплення яйцеклітини до субстрату (наприклад, у риби). Третинні оболонки - скорлупові (рептилії, птахи, першозвірі). Вони утворюються залозами в статевих шляхах самки по мірі просування заплідненого яйця. У птахів зовнішні третинні оболонки просякнуті солями кальцію:

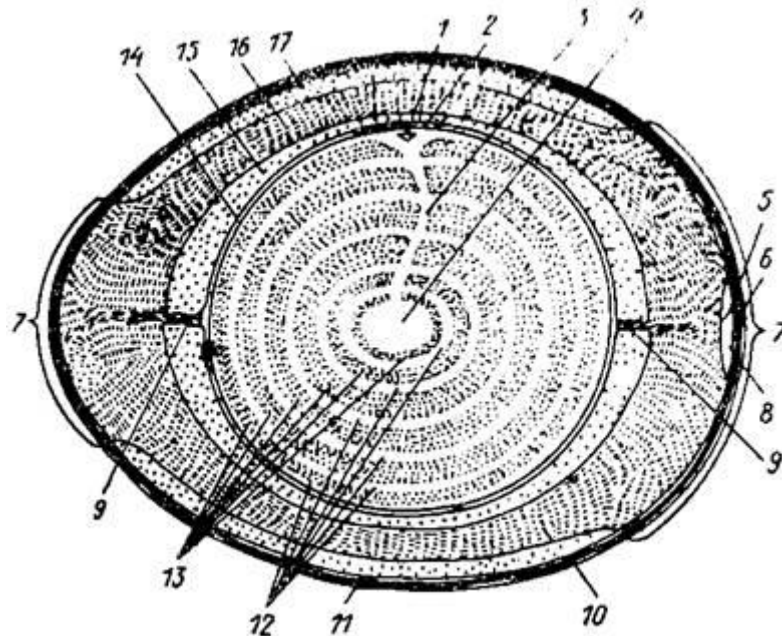


Рис.1. Яйце курки (поздовжній розріз).

1 - бластодиск; 2-жовточна оболонка; 3 - шийка латебри; 4 - латебра; 5-білкова оболонка; 6 - підшкарлупна оболонка; 7 - білкова зв'язка, 8 - повітряна камера; 9 - градинки; 10 - шкарлупа; 11 - надшкарлупна оболонка (кутикула); 12 - світлий жовток; 13 - жовтий жовток; 14 - градинковий шар білка; 15 - внутрішній рідкий білок; 16 - зовнішній щільний білок; 17 - зовнішній рідкий білок.

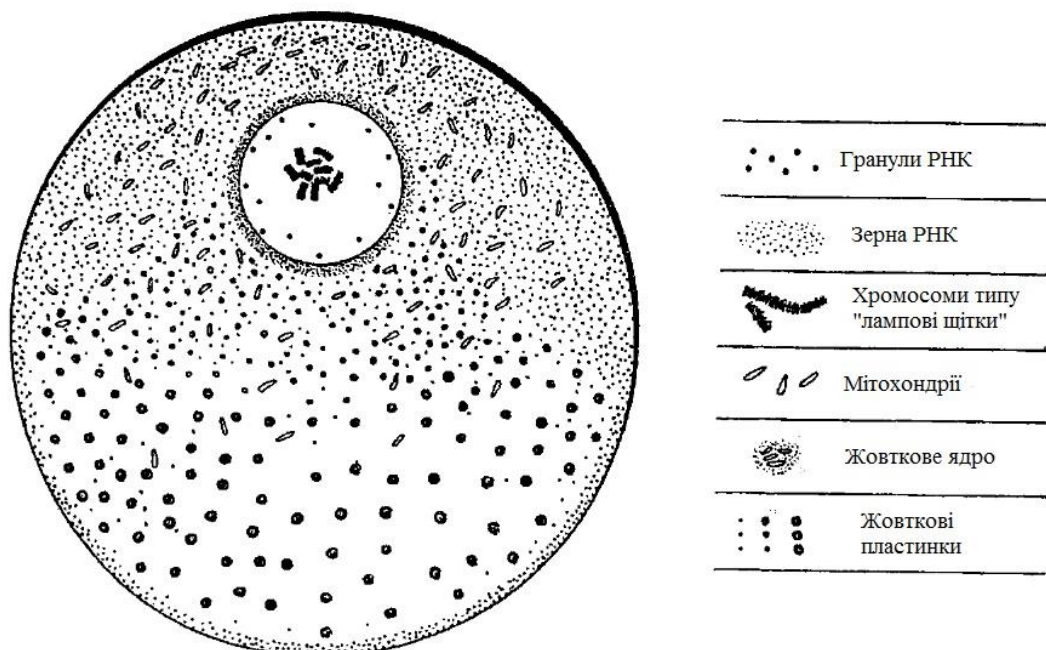


Рис. 2. Розподіл органів вдовж анімально-вегетативної осі в яйці жаби.

Яйцеклітини полярні вздовж анімально-вегетативної осі Під оболонкою яйця знаходиться кортикальний шар цитоплазми.

Чоловічі статеві клітини

Біологічне значення чоловічих статевих клітин - передавання генетичної інформації по чоловічій лінії, пошук яйцеклітини, запуск кортикальної реакції.

Спермій, розглянутий в електронному мікроскопі, складається з

- 1) головки, що містить ДНК,
- 2) акросоми, що містить мембрану і ферменти,
- 3) шийки з проксимальною і дистальною центриолями,
- 4) хвостика, що має фібрилярну будову,
- 5) мітохондрій (вздовж хвостової нитки)

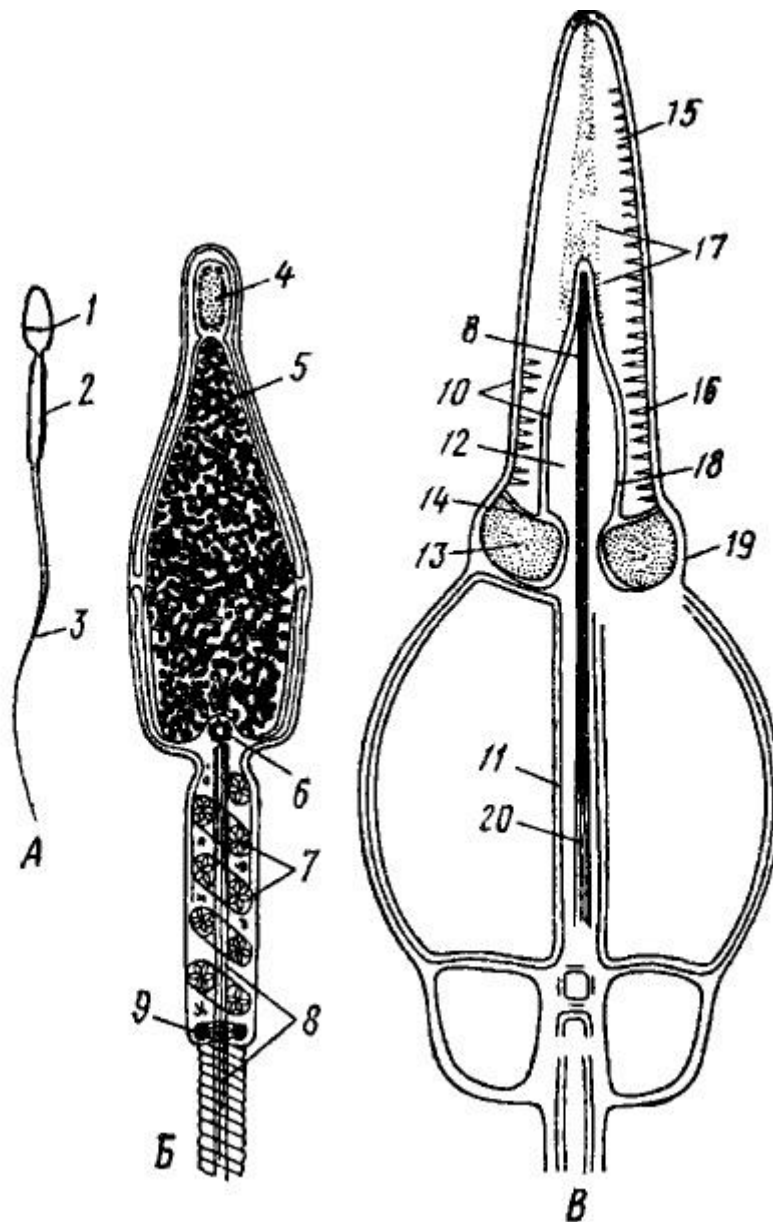


Рис. 3. Загальний вигляд (А) і будова типового сперматозоїда (Б), поздовжній зріз головки сперматозоїда (В)

1 - головка, 2 - проміжний відділ, 3 - хвіст, 4 - акросома, 5 - ядро, 6 - центросома, 7 - мітохондріальна спіраль, 8 - осьова нитка, 9 - центральне кільце, 10 - акросомная мембрана, 11 - зовнішні структури ядра, 12 - порожнина, що

утворюється при інвагінації акросомної мембрани, 13 - базальний кільцевий матеріал, 14 - перегородка, що зв'язує базальне кільце, 15 - 16 - матеріал, прилеглий до акросомної мембрани, 17 - осьове згущення, 18 - мембраноподібна «муфта» (оточує осьову нитку), 19 - плазматична мембрана, 20 - несформований матеріал - попередник акросомної нитки.

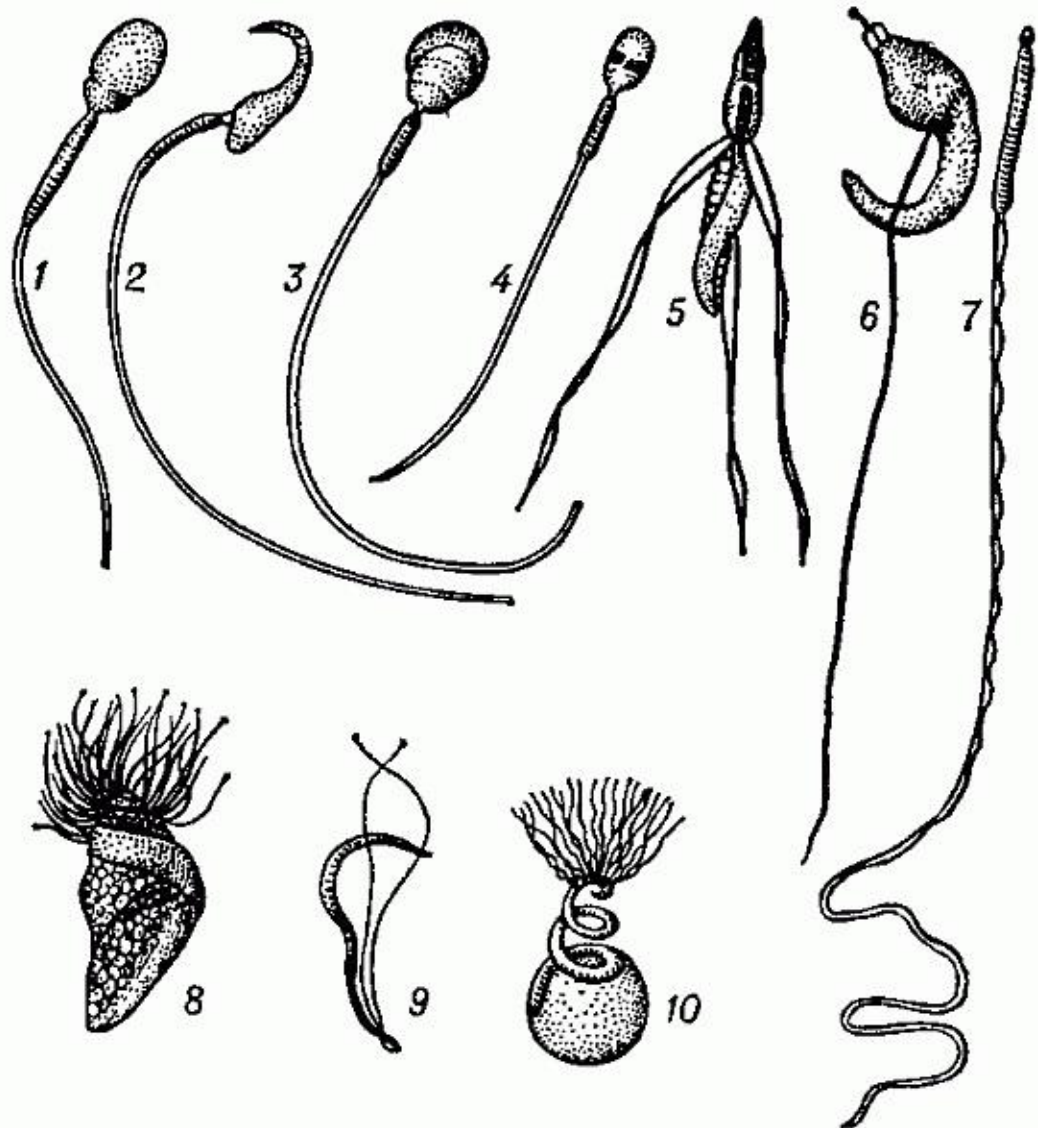


Рис. 4. Різноманіття форм сперматозоїдів:

1 – кролик; 2 – шур; 3 – морська свинка; 4 – людина; 5 – десятиногий рак; 6 – павук; 7 – жук; 8 – хвоць; 9 – мох; 10 – папороть.

Питання для самоконтролю.

1. Біологічне значення статевого розмноження.
2. Біологічне значення жіночих статевих клітин.
3. Рівень диференціювання жіночих статевих клітин. Тотипотентність.
4. Відмінність статевих клітин від соматичних.
5. Подібність статевих клітин із соматичним (підтвердження експериментом з пересадкою соматичних ядер в енклеарну зиготу жаби).
6. Біологічна роль чоловічих статевих клітин.
7. Класифікація спермійв.
8. Будова спермійв в світловому та електронному мікроскопі.

**Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Інститут природничих наук
Кафедра біології та екології**

БІОЛОГІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Лабораторна робота № 2

ЗАПЛІДНЕННЯ

**Івано-Франківськ
2017**

Завдання 1.

Розгляньте будову яйцеклітини, зверніть особливу увагу на будову її мембрани та оболонки. Замалуйте яйцеклітину з умовними позначеннями, після прослуханої лекції опишіть функції структурних елементів мембрани.

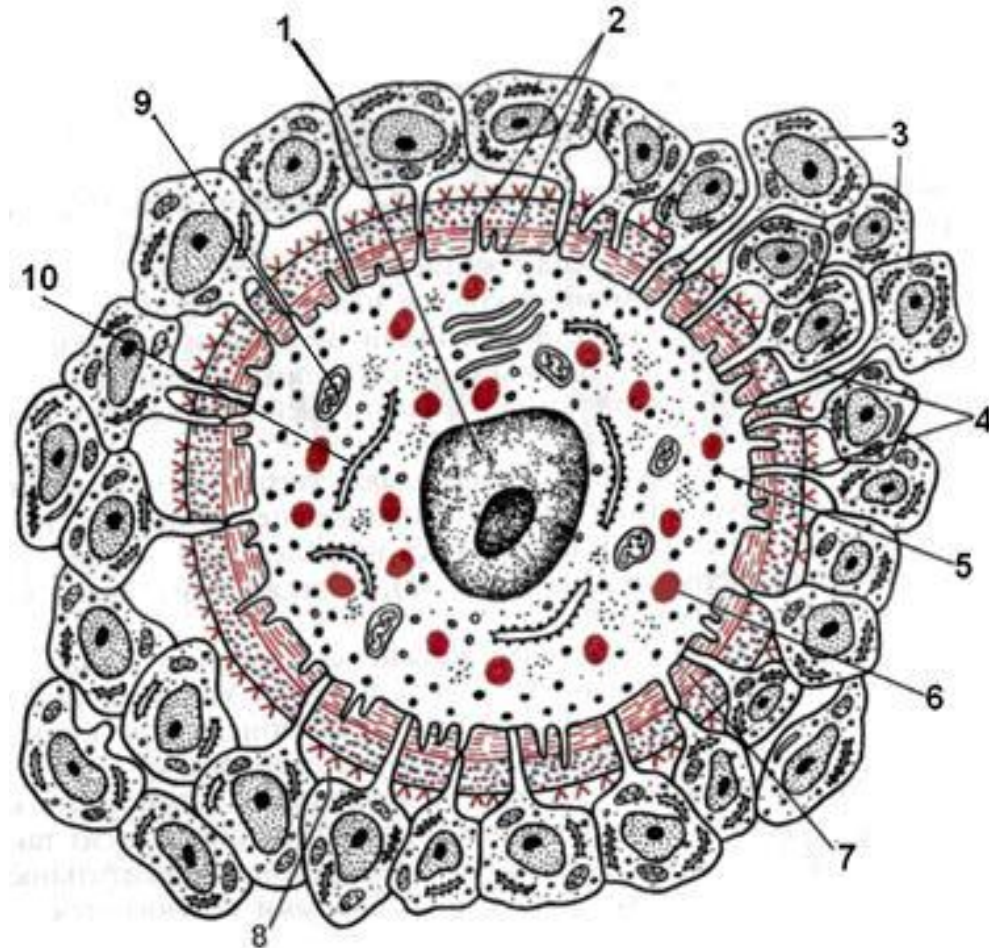


Рис.1. Схема ультрамікроскопічної будови яйцеклітини ссавця

1 – ядро; 2 – цитолема; 3 – фолікулярні клітини; 4 – променистий вінець (*corona radiata*); 5 – кортикальні гранули; 6 – включення дейтоплазми; 7 – прозора оболонка (*zona pellucida*); 8 – ZP3-рецептор.

Завдання 3

Розгляньте і замалуйте схему акросомної реакції.

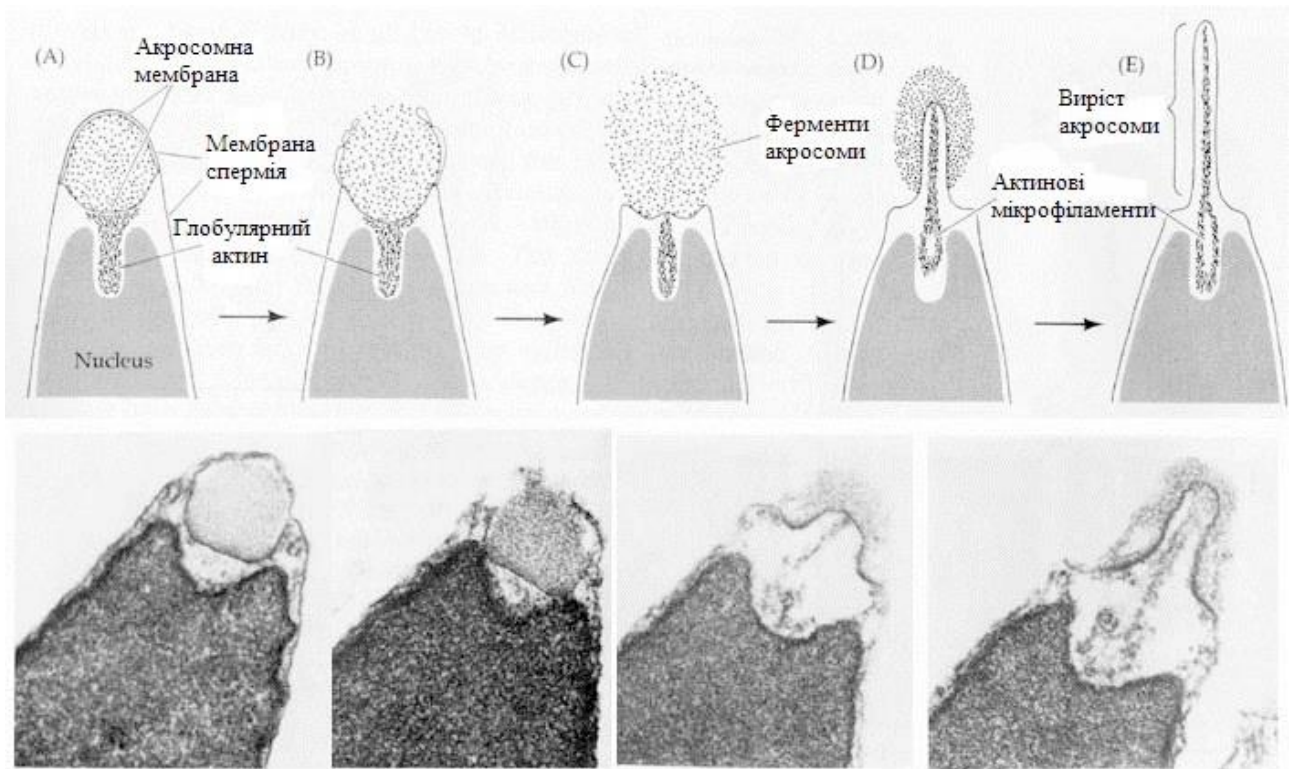
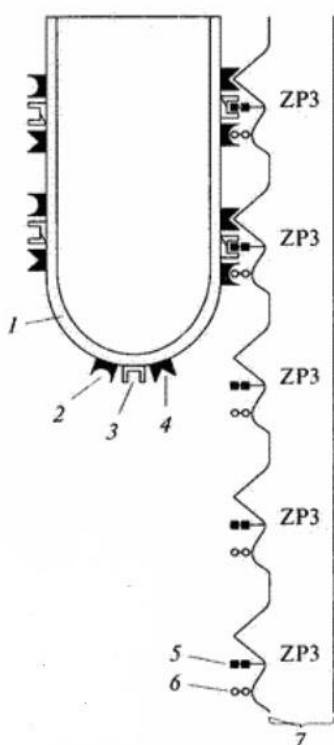


Рис 2. Поступова схема акросомної реакції (зверху) ультрамікроскопічні фотографії (знизу)

Завдання 4

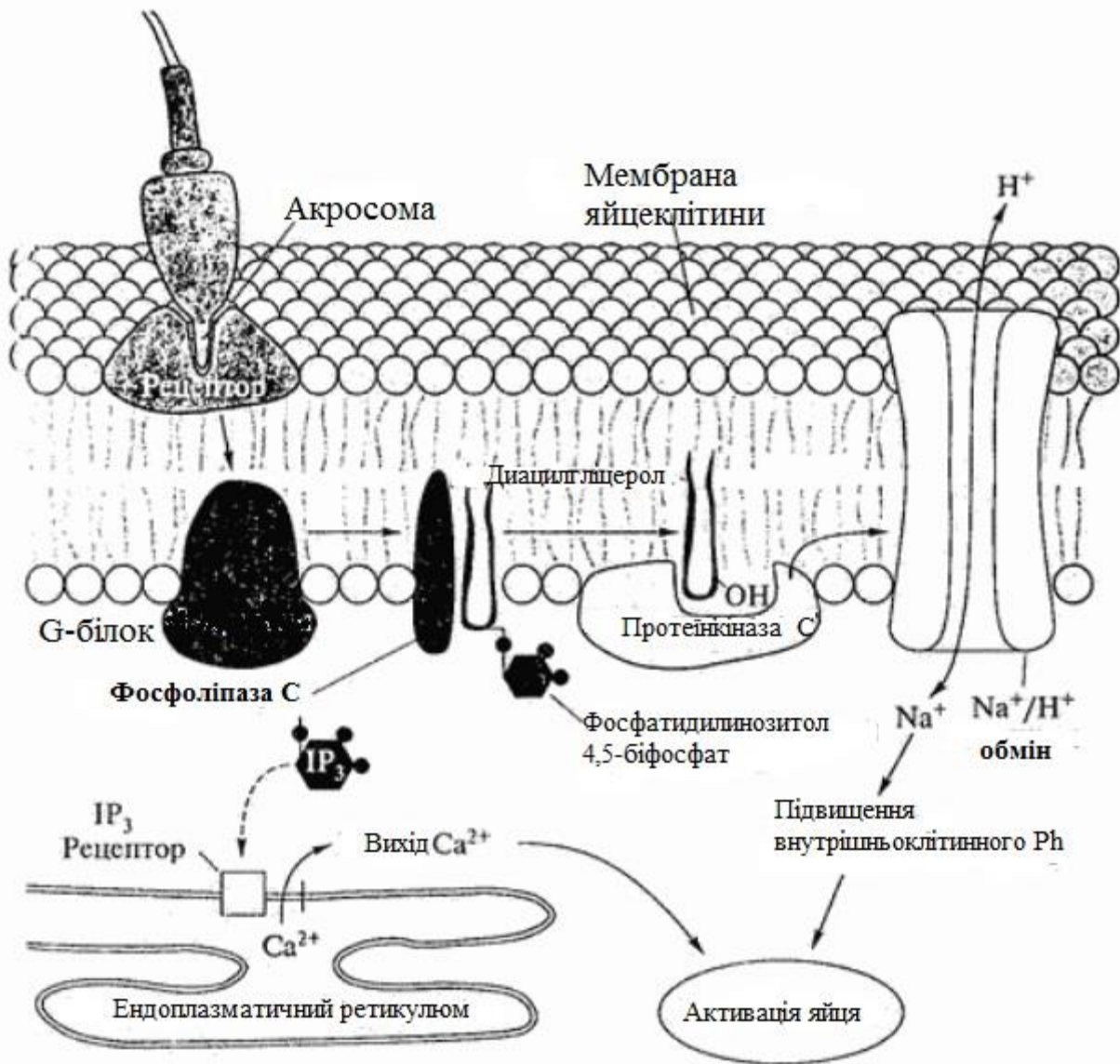
Розгляньте і замалуйте модель з'єднання оболонок спермія і яйцеклітини.



- 1 – мембрана сперматозоїда;
- 2 – рецептор галактози;
- 3 – рецептор *N*-ацетилглюкозаміну;
- 4 – протеаза;
- 5 – *N*-ацетилглюкозамін;
- 6 – галактоза;
- 7 - *zona pellucida*.

Завдання 4

Розгляньте і замалюйте схему залежних взаємодій мембран сперматозоїд/ яйцеклітина. Після прослуханої лекції поетапно опишіть схему взаємодії.



Питання для самоконтролю:

1. Що таке гетерогамія, гологамія?
2. Що таке хемотаксис, стереотаксис, реотаксис?
3. Як називається процес отримання спермієм запліднюючої здатності?
4. Який механізм визначає видоспецифічність запліднення?
5. Чому кортикальна реакція є Ca-залежним процесом?
6. Яку функцію виконує *zona pellucida*?
7. Якими білками утворена *zona pellucida*?

**Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Інститут природничих наук
Кафедра біології та екології**

БІОЛОГІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Лабораторна робота № 3

БЛАСТУЛЯЦІЯ

**Івано-Франківськ
2017**

Завдання 1. Замалюйте голобластичне дроблення на прикладі морського огірка розгляньте пояснення до рисунка в тексті нижче.

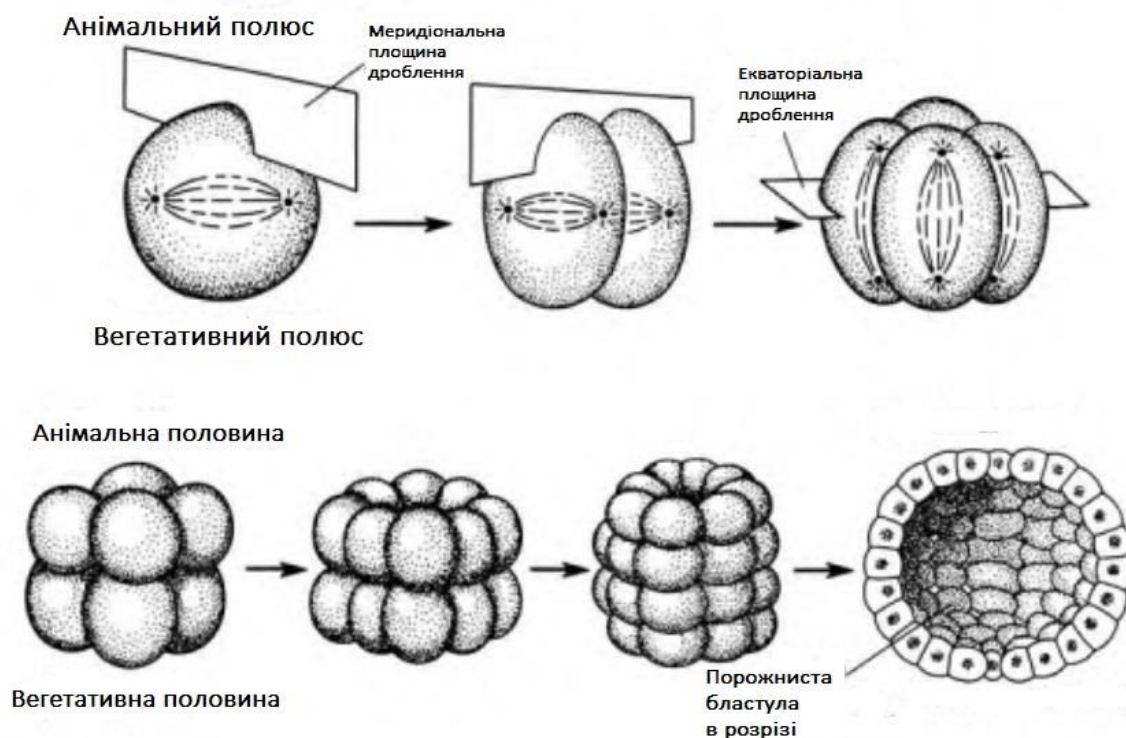


Рис 1. Голобластичне дроблення морського огірка *Synapta digita*.

Найбільш простий приклад для опису процесу дроблення це дроблення радіального голобластичного типу. Такий тип дроблення притаманний голкошкірим та представнику безчерепних – ланцетнику. Борозни при цьому типі дроблення орієнтовані паралельно і перпендикулярно анімально-вегетативній осі яйця. Після з'єднання пронуклеусів вісь першого мітотичного веретена орієнтується перпендикулярно анімально-вегетативній осі яйця. Перша борозна дроблення проходить безпосередньо через анімальний і вегетативний полюси і призводить до утворення двох дочірніх клітин однакових розмірів. Такий поділ називають *меридіональним* оскільки борозна проходить через два полюси подібно меридіану на глобусі. Мітотичні веретена другого поділу дроблення розташовуються під прямими кутами до першого веретена, вони орієнтовані перпендикулярно анімально-вегетативній осі яйця. Борозни дроблення з'являються одночасно в обох бластомерах і також проходять через два полюси. Таким чином, два перших ділення меридіональні і перпендикулярні один одному. Третє ділення буває *екваторіальним*: мітотичні веретена в кожному бластомері розташовуються паралельно анімально-вегетативній осі. Борозни відокремлюють полюси один від іншого, причому зародок розділяється на вісім бластомерів рівної величини. Кожен бластомер анімальної половини зародка тепер розташовується безпосередньо над бластомером вегетативної половини.

Четвертий поділ буває знову меридіональним і призводить до утворення двох ярусів по 8 клітин в кожному: п'яте екваторіальне ділення дає початок чотирьом ярусам, в кожному з яких міститься по 8 клітин. Далі спостерігається чергування меридіональних і екваторіальних поділів, що призводять до утворення 64, 128 і 256 клітин. В результаті виникає зародок, у якого бластомери розташовуються горизонтальними рядами уздовж центральної порожнини. На обох полюсах зародка бластомери зближуються, і виникає порожниста куля. Стінка якого утворена одним шаром клітин. Така порожниста куля називається *бластолою*, а центральна порожнина *бластоцель*.

Якщо провести розріз через зародок *Synapta* в площині будь-якого меридіану, на будь-якій стадії дроблення, то цей розріз розділить його на дві дзеркальні половини. Такий тип симетрії притаманний кулі або циліндру і носить назву радіальної симетрії. Відповідно ми говоримо, що у голкошкірих і ланцетника дроблення радіально голобластичне.

Завдання 2. Замалюйте голобластичне дроблення морського їжака і розгляньте пояснення до рисунка в тексті нижче.

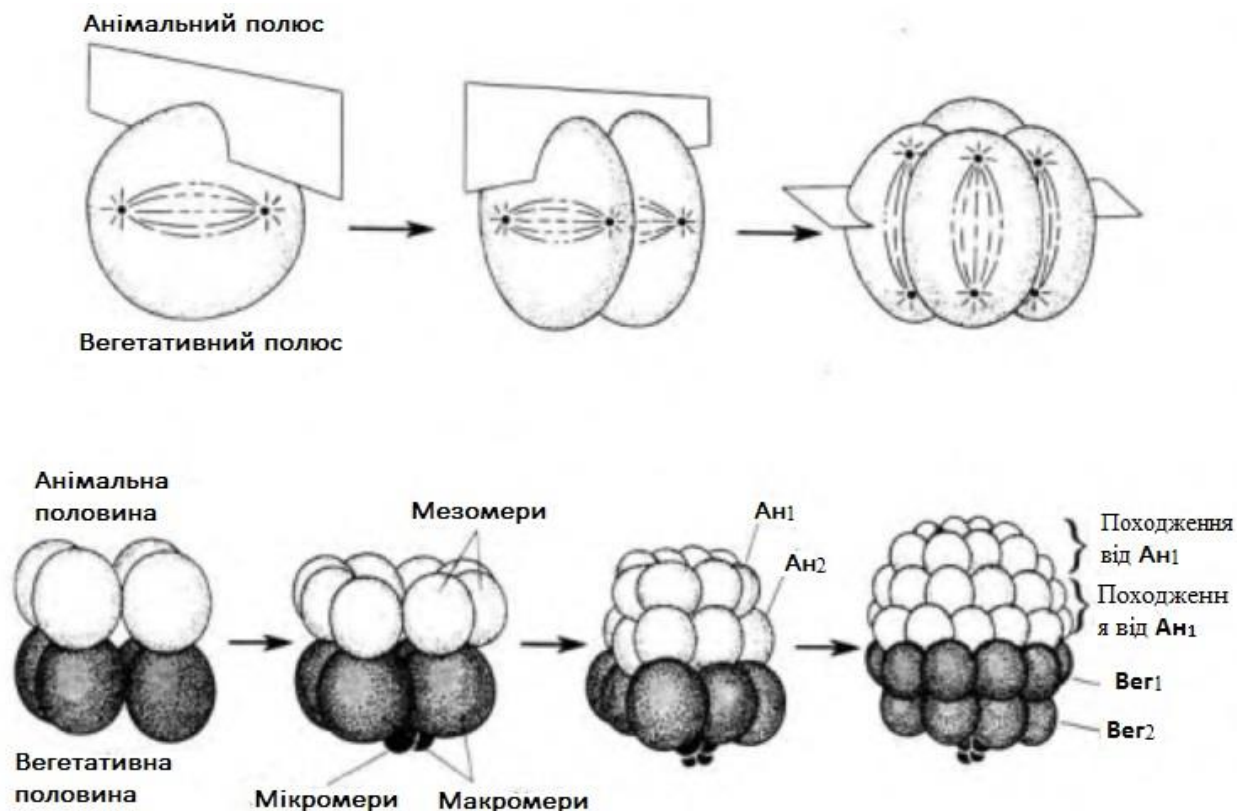


Рис 2. Голобластичне дроблення морського їжака.

Для морських їжаків також характерно радіальне голобластичне дроблення, але з деякими істотними модифікаціями. Перше і друге дроблення дуже подібні до *Synapta*, обидва вони меридіональні і перпендикулярні один одному. Третій поділ також екваторіальний і відокремлює полюси один від іншого. Четвертий поділ відбувається інакше, ніж у *Synapta*. Чотири клітини анімального ярусу розділяються меридіонально на вісім бластомерів однакової величини. Ці клітини називають *мезомерами*. Вегетативний ярус зазнає нерівного екваторіального поділу, в результаті якого утворюються чотири великі клітини *макромери* і чотири клітини меншого розміру *мікромери* біля вегетативного полюсу. При наступному діленні 8 мезомерів 16-клітинного зародка діляться екваторіально і утворюють два «анімальных» яруси. Ан₁ і Ан₂ розташовані один над одним. Макромери діляться меридіонально, утворюючи 8-клітинний ярус нижче Ан₂. Мікромери також діляться; виникає маленька група клітин, що примикає до більш великих клітин розташованого вище ярусу. При шостому діленні всі борозни лягають екваторіально, при сьомому - меридіонально. В результаті сьомого ділення виникає 128-клітинна бластула.

Завдання 3. Замалюйте дроблення яйця жаби розгляньте пояснення до рисунка в тексті нижче.

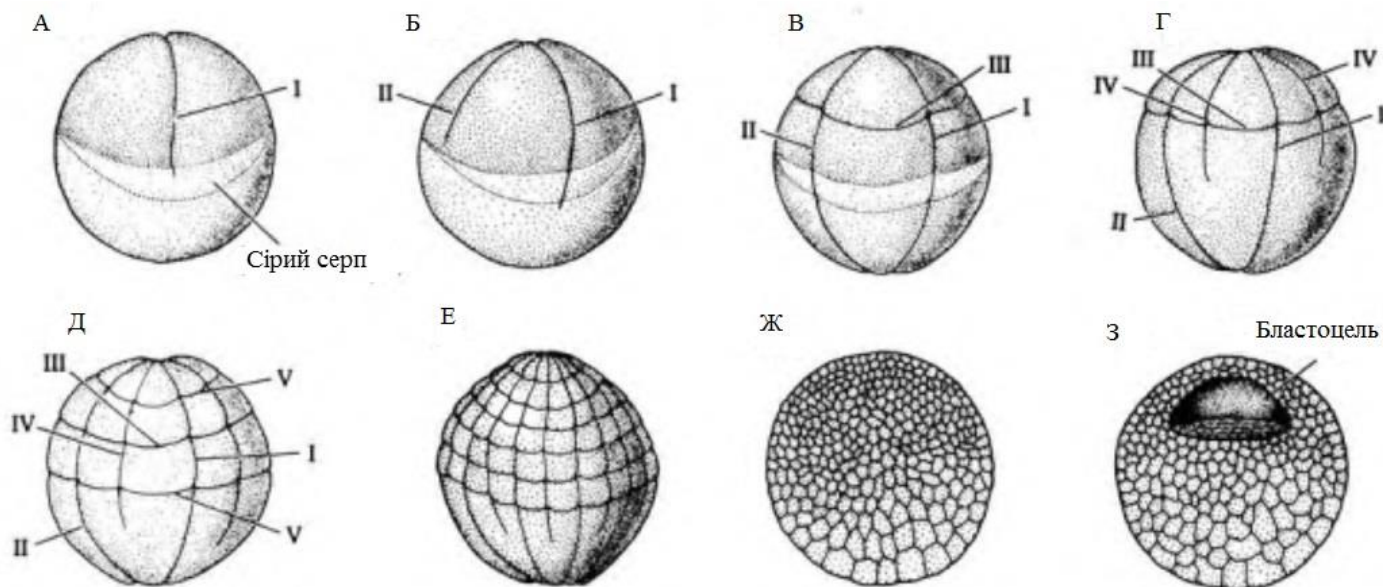


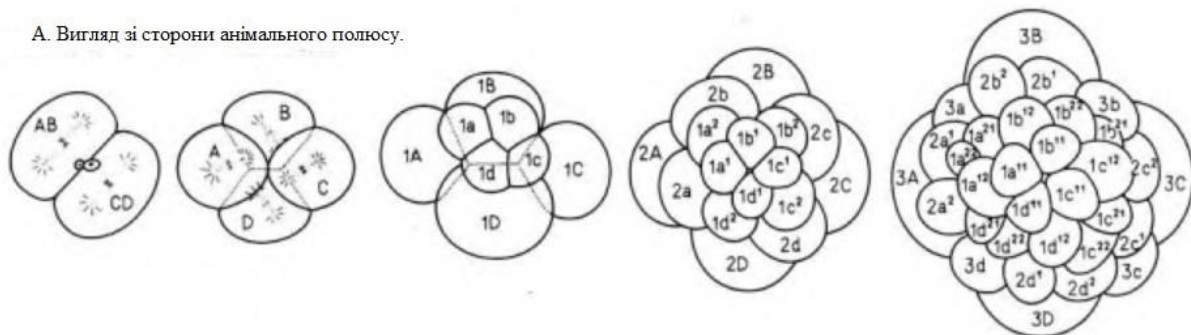
Рис 3. Дроблення яйця жаби.

Борозни дроблення позначені римськими цифрами в порядку їх появи.

Б - Жовток, сконцентрований у вегетативній півкулі, ускладнює дроблення; тому другий поділ починається в анімальній області яйця раніше, ніж перша борозна розділить цитоплазму вегетативної області. *В* - Борозни третього поділу зміщені в напрямку анімального полюсу. *Г-Ж* - Після ряду послідовних поділів анімальна півкуля утворює велике число дрібних бластомерів, а вегетативна менше число великих бластомерів. *З* - Поперечний розріз бластули. (За Carlson, 1981.)

Завдання 4. Замалюйте спіральне дроблення яйця на прикладі молюска з роду *Trochus* та *Plyanassa* розгляньте пояснення до рисунків у тексті нижче.

А. Вигляд зі сторони анімального полюсу.



Б. Вигляд збоку.

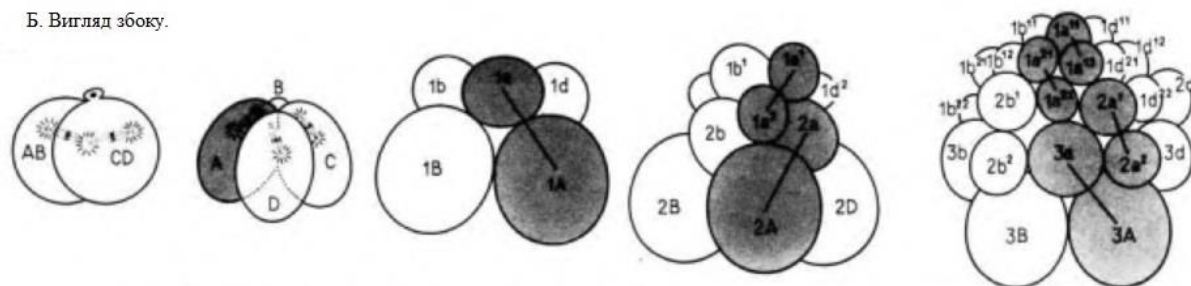


Рис. 4 Спіральне дроблення у молюска *Trochus*. (А - вид з анімального полюсу; Б - вид збоку). На *рис. Б* клітини нащадки бластомера А виділені сірим кольором. Мітотичні веретена, зображені на ранніх стадіях, розділяють клітини на нерівні частини і під кутом до вертикальної і горизонтальної осей.

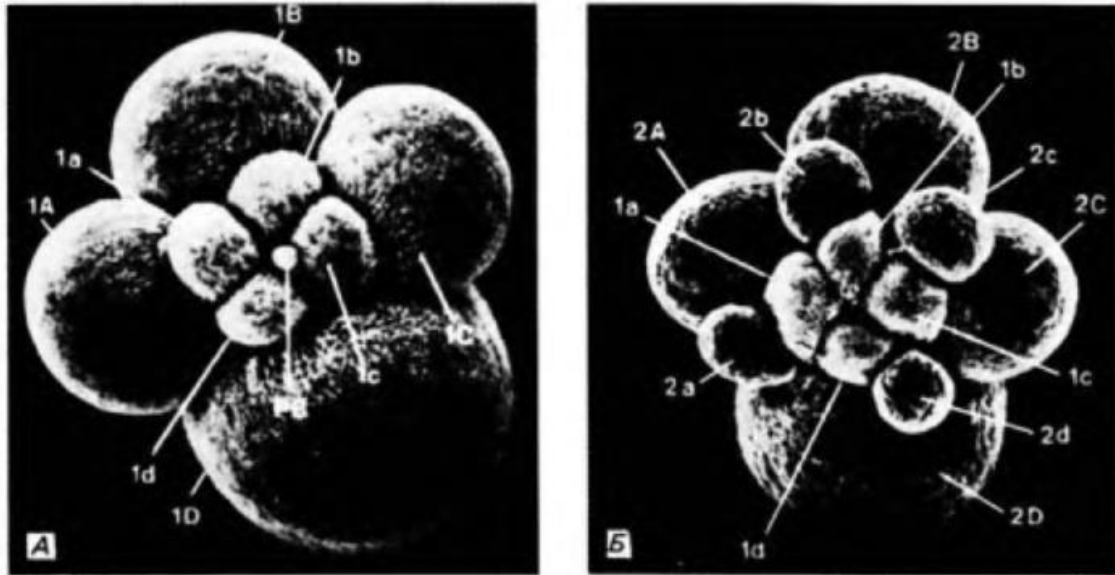


Рис. 5. Спіральне дроблення яйця равлика *Puanussa*.

Бластомер D більший за інші, що дозволяє ідентифікувати кожну клітину. А. - 8-клітинна стадія. Б - Стадія незавершеного четвертого поділу, на якій макромери вже розділилися на великі й дрібні спіралью розташовані клітини. (Craig. Morrill, 1986; фотографії з люб'язного дозволу авторів.)

Спіральне дроблення характерно для декількох груп хробаків (кільчасті, турбеларії, немертини) і всіх молюсків, за винятком головоногих і суттєво відрізняється від радіальних дроблень. По-перше, яйця не діляться паралельно або перпендикулярно анімально-вегетативній осі. Площини ділень орієнтовані похило, що призводить до «спірального» розташування дочірніх бластомерів. По-друге, число контактів між клітинами більше, ніж при радіальному дробленні. Фактично вони приймають розташування, найбільш стабільне в термодинамічній відношенні. По-третє, зародки зі спіральним типом дроблення проходять менше ділень до початку гастрюляції. Виникаючи, таким чином, бластули не мають бластоцеля і називаються *стеробластули*.

На рис. 4 і 5 показано дроблення зародка молюсків. Перші два ділення майже меридіональні і призводять до утворення чотирьох великих макромерів (позначених *A, B, C* і *D*). У багатьох видів ці бластомери розрізняються за своїми розмірами (причому *D* буває найбільшим) це дозволяє ідентифікувати окремі бластомери. При наступних поділах кожен *макромер* на своєму анімальному полюсі відокремлює маленький *мікромер*. Кожен новий квартет мікромерів зміщується вправо або вліво щодо сестринських макромерів, що призводить до характерного для даного типу дроблення розташуванню бластомерів по спіралі. Якщо дивитися на зародок з боку анімального полюса, то можна побачити, що верхні кінці мітотичних веретен бувають нахилені почергово то за годинниковою стрілкою, то проти неї. В результаті мікромери зміщуються по відношенню до макромерів то вліво, то вправо. При третьому діленні *макромер A* дає дві дочірні клітини *макромер 1A* і *мікромер 1a*. Бластомери *B, C* і *D* поведуться подібним чином, формуючи перший квартет мікромерів. Якщо на цій стадії дивитися на дроблене яйце з боку анімального полюса, то у більшості видів мікромери опиняються зміщеними вправо по відношенню до їх макромерів (*дексіотропна спіраль*), протилежна їй *леотропна спіраль* при зміщенні мікромерів вліво. При четвертому поділі *макромер 1A* ділиться на *макромер 2A* і *мікромер 2a*, а *мікромер 1a* – на два мікромера, $1a^1$ і $1a^2$. При наступному поділі *макромер 2A* дає бластомери *3A* і *3a*, а такі мікромери, як $1a^2$ діляться на клітини клітини $1a^{21}$ і $1a^{22}$.

Питання для самостійного розгляду:

1. Дискоїдальне дроблення.
2. Білатеральне голобластичне дроблення.
3. Почергове голобластичне дроблення.

**Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра біології та екології**

БІОЛОГІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Лабораторна робота № 5

НЕЙРУЛЯЦІЯ

**Івано-Франківськ
2017**

Завдання 1. Замалюйте гастрляцію морського їжака розгляньте пояснення до рисунка в тексті нижче.

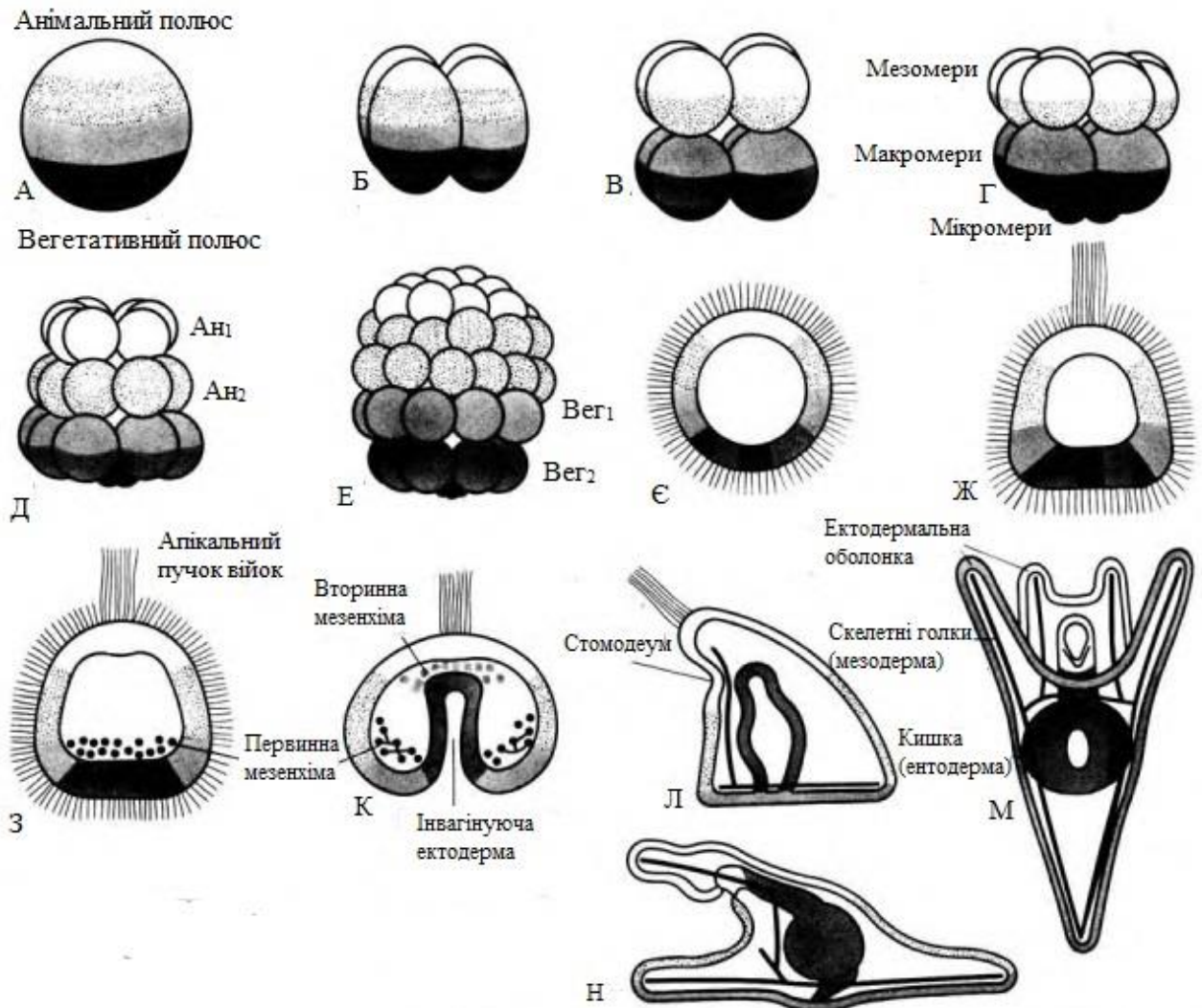


Рис.1. Схематичне зображення нормального розвитку морського їжака.

Дозволяє простежити долю різних груп клітин бластули. *A-E*. Період дроблення до стадії 64 бластомерів (стадія 2 бластомерів виключена). *Є*. Рання бластула, покрита війками. *Ж*. Пізня бластула з апікальним пучком війок та ущільненою вегетативною платівкою. *З*. Бластула з первинною мезенхімою. *К*. Гастрюла з вторинною мезенхімою. *Л*. Личинка на стадії призми. *М, Н*. Личинка на стадії *платеуса*. Долю різних ділянок цитоплазми зиготи (рис. А), показаних білим, різними відтінками сірого і чорним кольором, можна прослідкувати протягом усього розвитку.

Завдання 2. Замалюйте гастрюляцію земноводного, розгляньте пояснення до рисунка в тексті нижче.

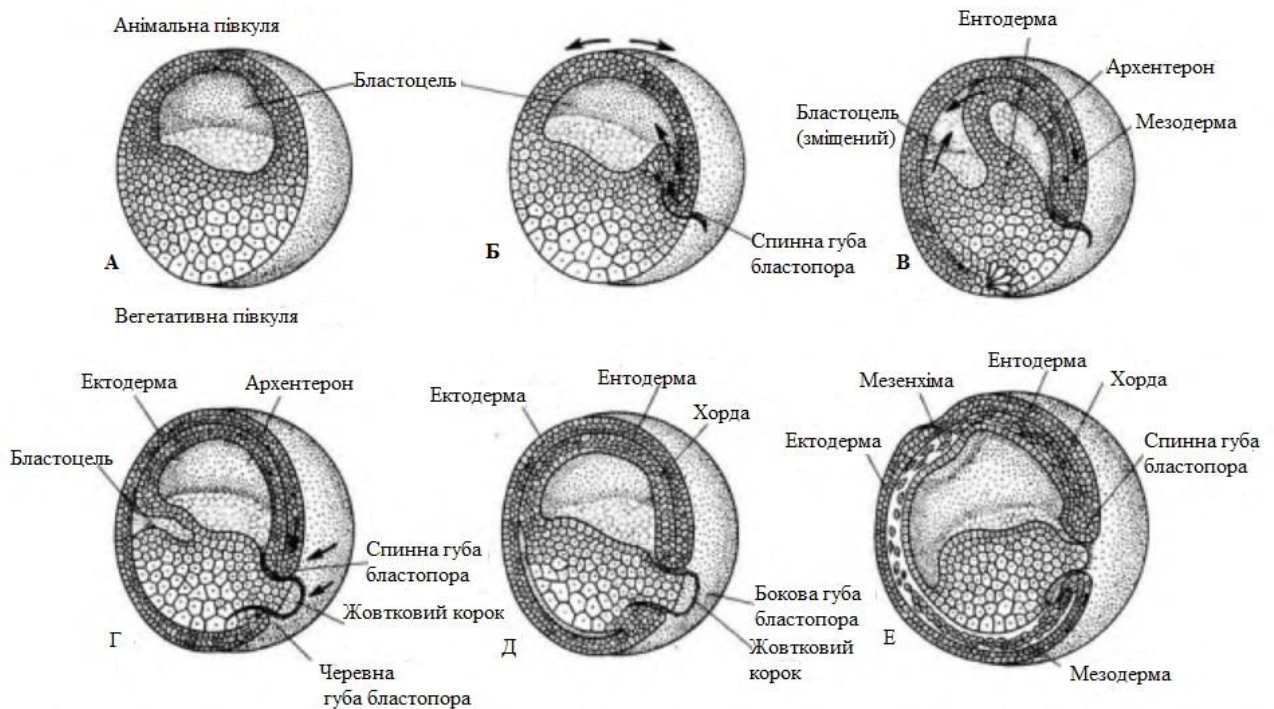


Рис. 2. Рух клітин в період гастрюляції у жаби.

Розрізи проведені через центр зародка і повернені таким чином, що його спинна сторона звернена до спостерігача. Головні напрямки руху клітин показані стрілками. А. Бластула. Б. Початок гастрюляції. Клітини, рухаючись всередину зародка, утворюють спинну губу бластопора. В. Формування гастрюцеля. Інволюція клітин через спинну губу бластопора та їх подальший рух під бластоцелем призводить до утворення архентерона і зміщує бластоцель. Г. Д. Клітини-попередники мезодерми інволюють через черевну і бічні губи бластопора. Клітини-попередники ектодерми мігрують вздовж поверхні вегетативної півкулі. Жовтковий корок являє собою єдиний ділянку ентодерми, видимий з поверхні. Е. Гастрюляція триває доти, поки весь зародок не буде оточений ектодермою і ентодерма не опиниться повністю всередині, а мезодермальні клітини не потраплять між них.

Завдання 4. Замалюйте гастрюляцію земноводного, розгляньте пояснення до рисунка в тексті нижче.

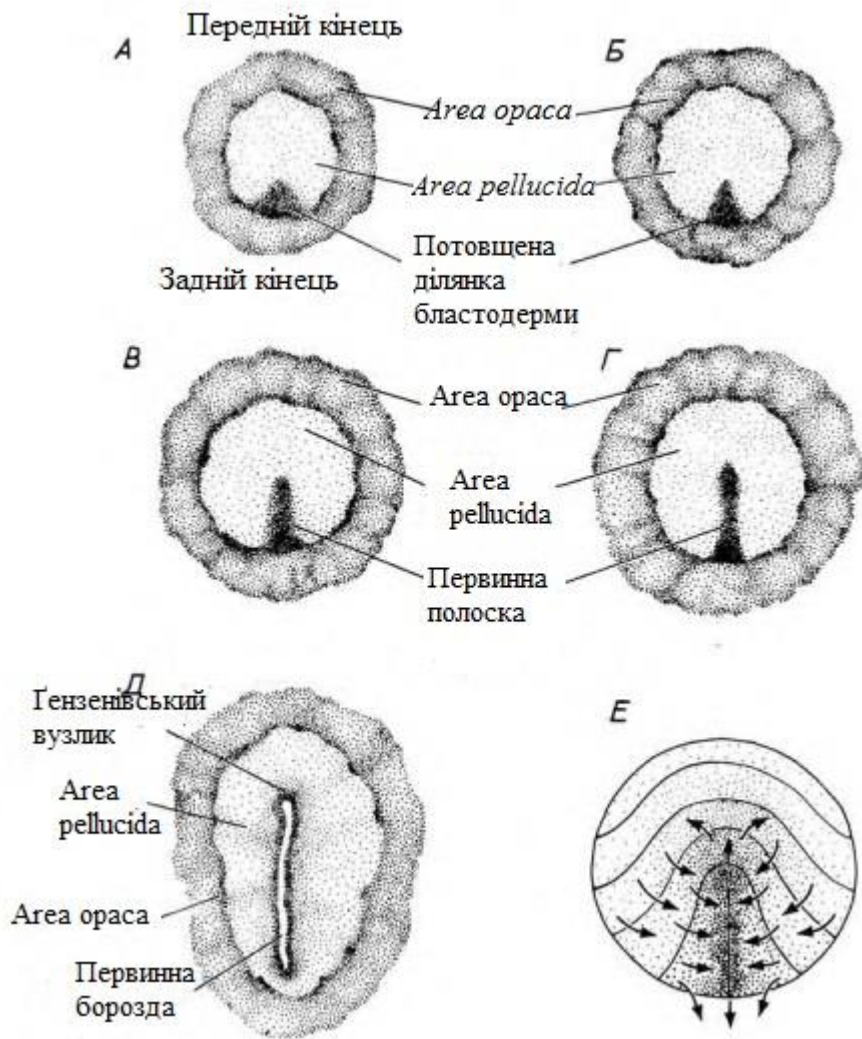


Рис. 3. Клітинний рух, що бере участь в формуванні первинної борозди.

Вид з дорсальної сторони на бластодерму курячого зародка. А. 3-4 год; Б. 5-6 год.; В. 7-8 год.; Г. 10-12 год.; Д. 15-16 год.; Е. Загальна схема рухів клітин.

Завдання 4. Замалюйте гастрляцію ссавців, розгляньте пояснення до рисунка.

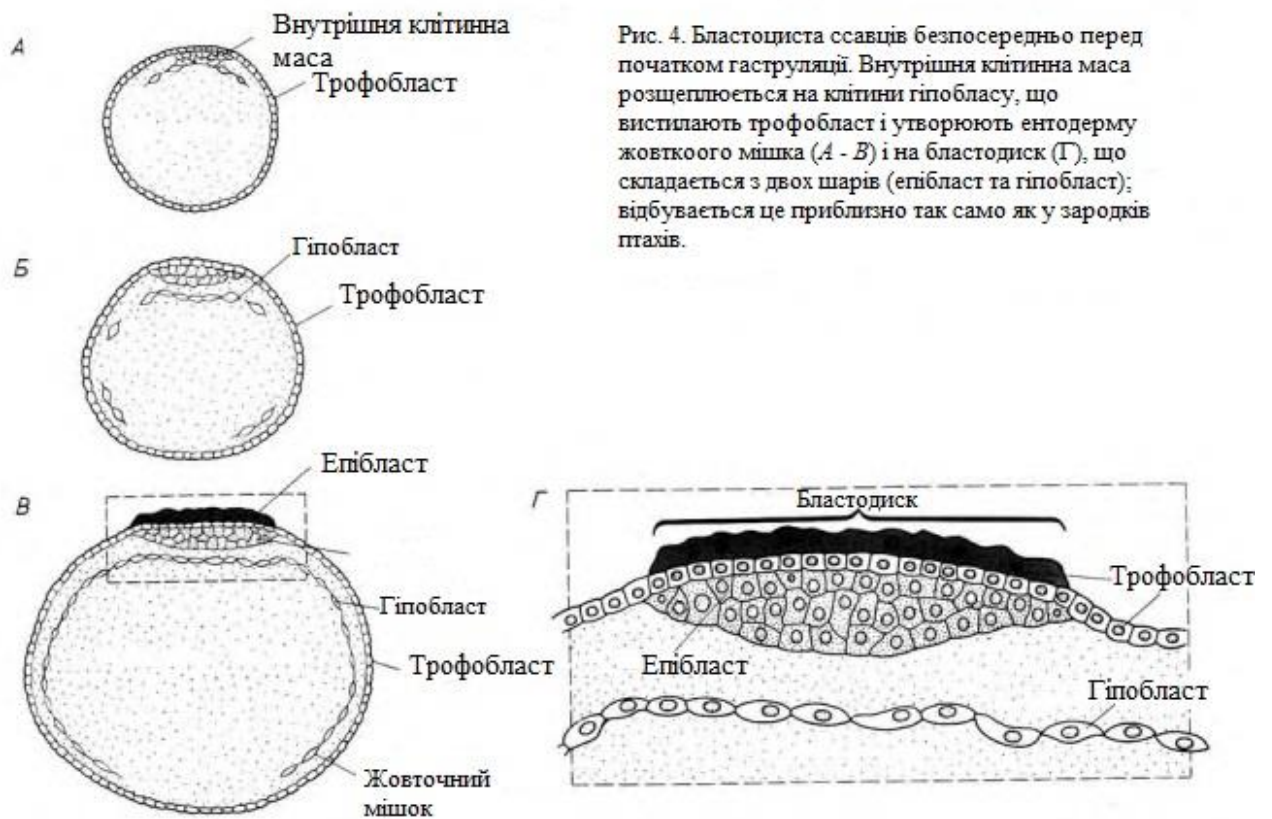


Рис. 4. Бластиста ссавців безпосередньо перед початком гастрляції. Внутрішня клітинна маса розщеплюється на клітини гіпобласту, що висилають трофобласт і утворюють ентодерму жовткового мішка (А - В) і на бластодиск (Г), що складається з двох шарів (епібласт та гіпобласт); відбувається це приблизно так само як у зародків птахів.

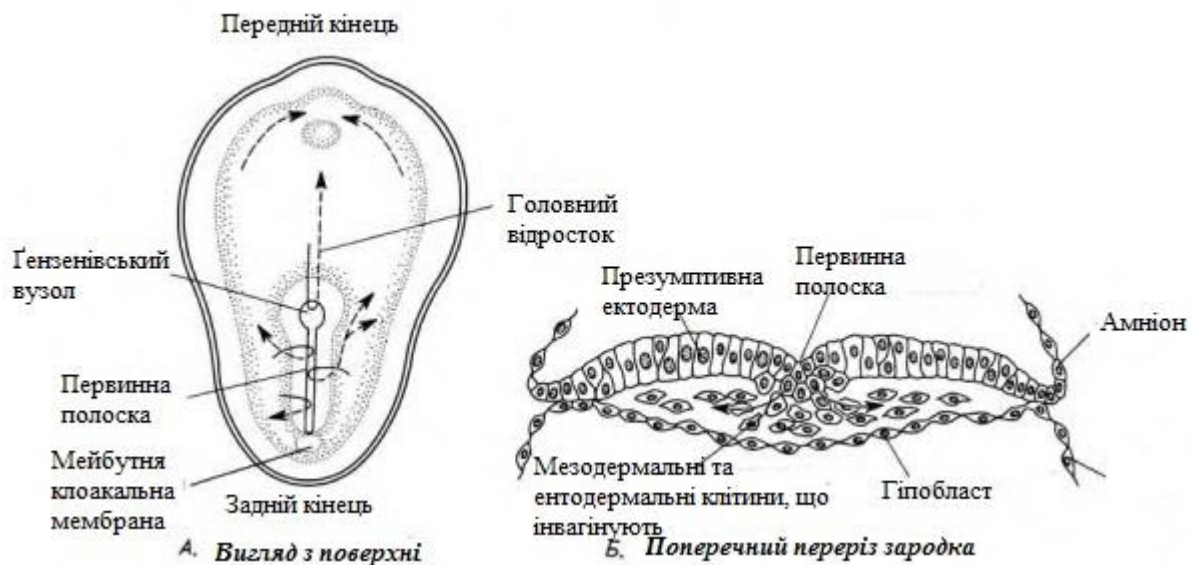


Рис. 5. Клітинний рух в період гастрляції у ссавців.

А. Схематичне зображення дорзальної поверхні зародкового епібласту (ектодерма амніона видалена). Як і у курячих зародків, клітини, мігруючи через гензенівський вузлик, рухаються до переднього (головного) кінця, утворюючи матеріал хорди, тоді як клітини, мігруючи через первинну смужку, рухаються в латеральному напрямку, стаючи попередниками мезодерми і ентодерми. Штриховими стрілками показані рухи інвагінуючих клітин. Б. Поперечний переріз зародка.

**Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра біології та екології**

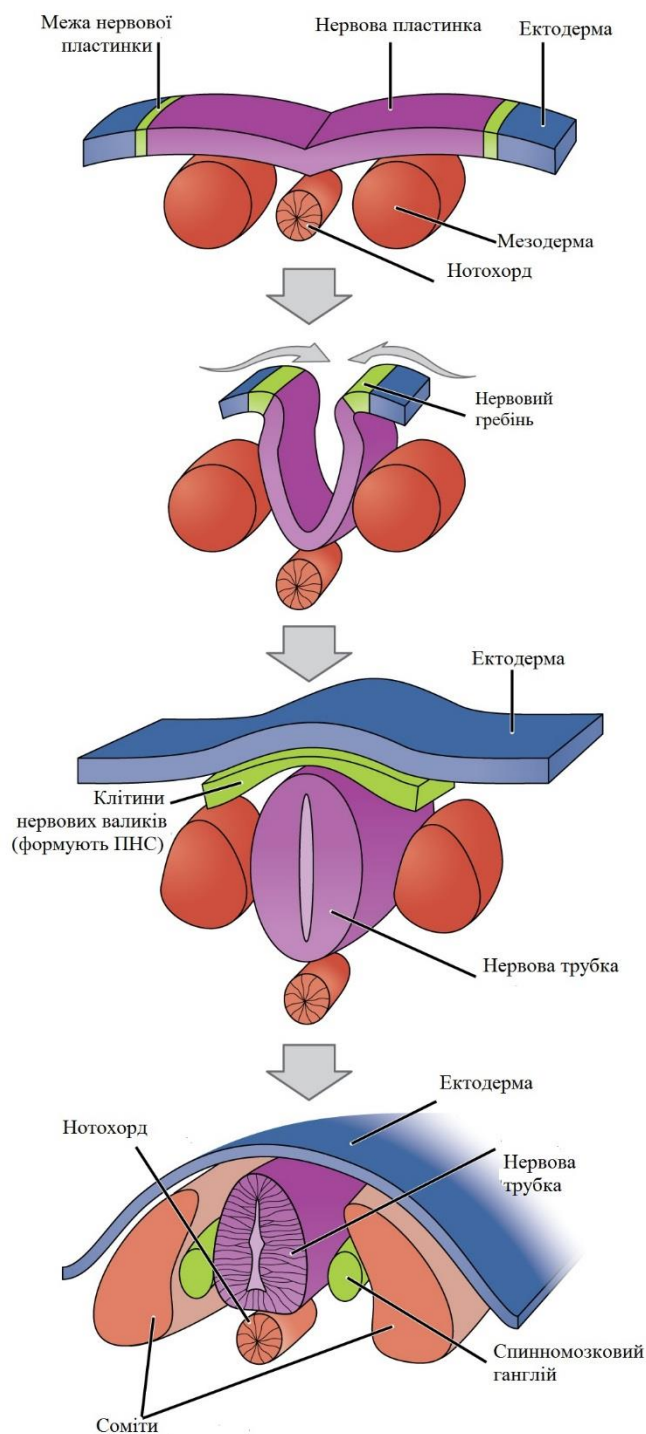
БІОЛОГІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Лабораторна робота № 5

НЕЙРУЛЯЦІЯ

**Івано-Франківськ
2017**

Завдання 1. Розгляньте і замалюйте загальну схему нейруляції.



① Нейроектодермальні тканини диференціюються з ектодерми в нервову пластинку. Нервова пластинка межує і відокремлена від ектодерми.

② Нервова пластинка вигинається дорзально, при цьому два її кінця в кінцевому рахунку з'єднуються (називають нервовим гребенем).

③ Замикання нервової трубки відсікає нервовий гребінь від епідермісу. Клітини нервового гребеня диференціюються, утворюючи велику частину периферичної нервової системи.

④ Нотохорд зберігається тільки як драглисте ядро міжхребцевих дисків. Інші клітини мезодерми диференціюються в соміти, попередники осьового скелета і скелетних м'язів.

Завдання 1. Розгляньте і замалюйте схему нейруляції земноводних.

